

「天龍八部」寫什麼？

楊基宏

2011 年 9 月

2012 年 2 月 增加練習題

2013 年 7 月 增加「整理」在文尾

同學們接觸科展，總有瞎子摸象的感覺。其中最讓人摸不著頭緒的就是撰寫作品說明書的段落，這些段落包含：動機、目的、材料、步驟、結果、結論、討論、參考資料，總共八段。到底這些段落裡該寫些什麼內容呢？我想利用這個機會，向大家做些說明。

【註 1】為了不要每次講到它，都要很拗口地說「作品說明書的八個段落」，我幫它取一個名字「天龍八部」，這樣很簡短，有助於溝通。尤其是寫聯絡簿時更能發現它的方便，同學只要寫「星期五交天龍八部」一目了然。

【註 2】這篇文章提到二篇本校的科展作品。「你有多『混』，我知道」(中華民國第 47 屆中小學科學展覽會物理類第一名)；「釣魚臺上假釣魚」(中華民國第 49 屆中小學科學展覽會生活與應用類第一名)，都可以從科教館網站全文下載。網址：

<http://www.ntsec.gov.tw/m1.aspx?sNo=0000263>。

另有提到一段 40 秒短片「全聯洗髮精廣告-濃度篇」，網址：

http://www.youtube.com/watch?v=vsZ_LVvnFN0。

寫在前面

撰寫作品說明書是科學活動的一部份，目的是把研究成果以大家約定俗成的格式呈現出來，讓閱讀者能透過書面資料了解你的研究成果。所以**你要假想讀者完全不懂你做了哪些事，或者為什麼要這樣做、那樣做…而你要寫到人家都能看懂的地步**。這裡面牽涉到「格式」與「讀者的閱讀理解」。有固定的格式，大家比較容易知道該寫哪些內容，以及該怎麼寫。再者，整份作品說明書都要緊緊地圍繞著一個觀念：與主題相關的內容才放進來。意思是說，寫任何內容，都要問自己「**這件事與我的主題有關係嗎？**」有關係的才寫進去，如果沒有關係，就一點也不要放進去。另外，「**我這樣寫，讀者能理解嗎？**」隨時反問自己這兩個問題，對撰寫作品說明書有很大的幫助。

接下來就要逐一說明天龍八部寫些什麼了。

壹、動機

原因

目標

「動機」裡要寫「為什麼要做這個研究？」再加一點點「希望達到什麼目標」。

以「全聯洗髮精廣告—濃度篇」來說，給同學們練習寫它的「動機」時，很多同學寫「想比比看」或「想比較兩種洗髮精是否一樣濃」。但這是「簡答題」的寫法，不夠「完整」，放在一個「段落」裡，顯然不恰當。較好的寫法應該要交代來龍去脈，述說一件事的始末。例如：陳媽媽表示全聯販售的洗髮精濃度比較低，我想要實際驗證看看，希望能知道全聯販售的洗髮精是否真的比較稀。這是一個最…最…最…基本的寫法。如果你想要讓內容讀起來更有故事性，也可以寫成：

陳媽媽覺得全聯賣的洗髮精比別地方賣的便宜，哪有這種事？她懷疑全聯賣的一定是比較稀的洗髮精。這是真的嗎？我想要尋求這個問題的真相，於是開始了這個實驗。

這種寫法就把為什麼要進行這項實驗的背景因素也寫了進去，更加完整。

以「你有多『混』，我知道」為例，它的「動機」是這樣寫的：

假日和家人去新店碧潭玩的時候，溪水非常清澈，不僅可以划船，還看到有人在河邊悠閒地釣魚，後來有一次經過連接台北與板橋的光復橋，往下看時卻發現河水非常地混濁。爸爸說「碧潭是新店溪的上游，溪水流啊…流的…就流到這裡來了」。這讓我非常驚訝，「怎麼上下游差這麼多？」我想把它們的混濁情形做比較，便開始了這個研究。

再以「釣魚臺上假釣魚」的「動機」為例。

假日與爸媽去碧潭玩時，看到有些人在潭邊釣魚。說來好笑，不只我們很懷疑裡面到底有沒有魚，就連釣客自己都很納悶，因為我聽到他們互相一直在談論到底有沒有魚？這樣的想法一直放在心裡，直到去年，看到一則新聞，臺北縣政府邀請民眾到碧潭來一場「環保釣魚」，以魚種的多樣性來見證碧潭水質的改善。我們好像明白了：魚的種類數量多寡與生態環境的好壞其實是有關係的。

水域中到底有沒有魚？魚很多還是很少？一些風景名勝裡的水池中，有多少魚？是否有方法可以知道不同的魚餌(魚飼料)是不是只會吸引某些特定的魚？有沒有其他方式也能大約知道水域裡魚的數量呢？我們認為魚的數量應該和生態環境好壞有關係。回學校與老師討論的結果，決定試試看，於是有了這次的研究。

同學們，你能體會其中的「故事性」和「完整性」嗎？

練習：請寫出釣魚臺上假釣魚的動機段落中，作者想告訴讀者的「原因」及「目標」各是哪些？

貳、目的

有了動機之後，其實還要經過「收集資料」的步驟，才能知道要研究什麼，才能寫出「目的」。舉例來說，很多同學想要做「削皮蘋果放久了會變黃」的研究，其實結論是把削皮的蘋果沾一些鹽水，就能使它不變黃或變黃不太明顯。老實說，如果有經過「收集資料」的步驟，早就知道答案，也就不太需要大費周章再親自做一遍了。我曾經引用哈佛管理學院桑德教授 (Shaun Sunder) 的說法：

找一個你非常想知道答案，
但不知道答案，
而透過研究與實驗的技術，
可以幫忙找到答案的題目。

如果你已經知道答案，或是找找資料就能找到答案，其實就可以不必再做了。（或者，把它當成已知事實，進行延伸研究）

「目的」要寫什麼呢？以「你有多混，我知道」為例，動機裡提到「我想把它們的混濁情形做比較」，那應該要查什麼資料呢？我想應該要去了解，混濁度如何測量？它的測量原理是什麼？如何操作？混濁度有沒有單位…等等，廣泛地收集、閱讀、理解與混濁度有關的事。這就好像要了解「如何測量一支鉛筆的長度？」一樣，要了解原理、方法、單位…。從查到的資料裡，你能了解「目前」人家是怎麼測量混濁度的。我還記得當時的同學查了資料回來告訴我：有一種「混濁度計」可以測量混濁度，但是一台要五萬元新台幣；還有同學說每次颱風過後，新聞會報導「石門水庫的原水濁度飆高到 14 萬度…」這告訴我們混濁度是可以測量的，但是各位同學想想看，一個小學五年級的學生想要了解河水的混濁度變化，有需要買一台五萬元的儀器嗎？真的不需要。（要不然，小學生想了解坦克車，豈不是要去買一部坦克車了嗎？）我想大多數的同學到這裡都會打退堂鼓，但對於真正有求知慾的同學來說就不是這樣。「既然買不起儀器，那可不可以有替代品或是變通的做法呢？」這才是真正追根就底的態度。經過了很長一段時間的查資料、構思、捨棄、再查資料、再構思、再捨棄…來來回回，他們整理出「目的」如下：

- 一、 自行研發一個測量混濁度的裝置。
(利用此裝置測量溶液混濁度的方法我們稱它為『光電池法』)。
- 二、 利用『光電池法』，測量不同溶液的混濁度。
- 三、 利用『光電池法』，探討影響溶液混濁度的因素。

四、 利用『光電池法』，測量新店溪和淡水河水質的混濁度。

五、 以不同濃度麵粉溶液的混濁度，具體表達『光電池法』測出的溪水混濁度。

因此，「目的」是基於「動機」，查資料之後，釐清真正要探究的內容，用條列的方式表達出來。也可以說，「目的」是基於「動機」，查資料之後，「限縮」研究的內容，用條列方式表達出來。

我也曾經舉例，想研究「怎樣的紙飛機才能飛得遠？」。同學們想想，影響飛機飛翔的因素何其多？信手拈來就一大堆，如：紙張材質、折法、尖頭、扁頭、寬翼、窄翼、射出的力道、角度…在有限的時間裡實在無法一一實驗，那怎麼辦？我建議「1. 找影響最明顯的，2. 最想探究的」。有可能這是在你在射飛機之間產生的疑問，你想知道尖頭飛機飛得遠，還是扁頭飛機飛得遠？這就是你「最想探究的」。那你就把「目的」「限縮」在這個變因上，這樣可以讓你的重點非常清楚，不會東探討一點、西探討一點，缺乏重點，看起來好像研究了很多，其實都只蜻蜓點水一下下，較不恰當。

同學們，這樣你能了解「限縮」的意思嗎？

練習：小明與我同時從學校帶回花豆的種子回家種，經過一個星期，小明說他的花豆已經發芽，再過一個星期已經長高到1公分，可是我帶回來的花豆一直到二個星期後才發芽。為什麼會這樣呢？小明說他把種子埋進土裡，放在陽臺靠窗的地方，每天澆一杯水。我不知道是不是因為這樣他的種子才長得快？於是開始了這個研究。

請問：

- (1)這是八個段落的哪個段落？
- (2)研究者應該查哪些資料？
- (3)該如何撰寫「目的」呢？

參、材料

有了「目的」之後，研究方向就顯得明確了。根據想要研究的內容，一定會用到許多工具、材料或儀器…。通常，只要把「重要」的寫下來即可。

什麼是重要的呢？舉例來說，量飛機飛行的距離要用皮尺，寫皮尺即可，對於紀錄時用到的原子筆、紙，就可以不必寫。

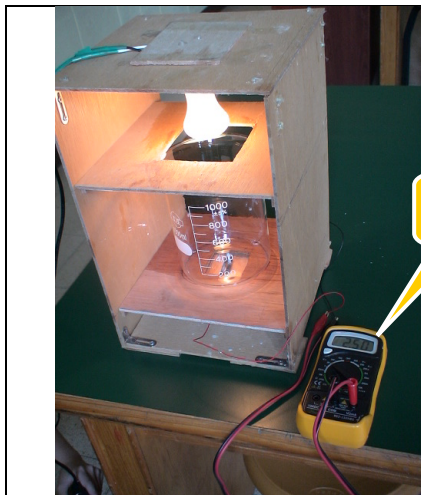
再者，前面提到「你要假想讀者完全不懂你做了哪些事，或者為什麼要這樣做、那樣做…而你要寫到人家都能看懂的地步」。因此，如果你使用了一般大眾不很了解的物品進行實驗，那就要特別寫出來。例如：全聯洗髮精廣告中，使用「特製液體跑道」；「你有多混，我知道」中用到「自行研發一個測量混濁度的裝置」，這些都該寫出來。尤其，如果你認為這個段落裡只能提及該項物品，還不足以讓大家都了解的話，也必須把製作這項物品的材料、細節寫在「步驟」裡，這樣讀者才能了解該物品如何製作。

還有一點很重要，附圖、附照片，能夠非常有效地幫助讀者了解你所表達的內容，一定不要忘了搭配運用。

肆、步驟

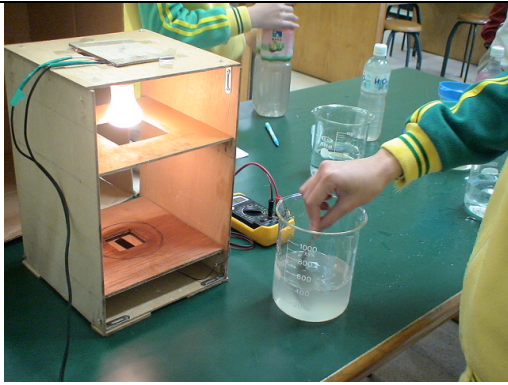
這個段落裡要說明如何進行實驗的步驟。一個步驟接一個步驟地寫，要注意前後順序，不要顛倒，因為許多時候操作順序不同會導致不同的結果。

例如，在「你有多混，我知道」作品中提到自製混濁度計的操作方式，就清晰且一個步驟接一個步驟地表達了它的使用方法。



歸 零：(這是我們很重要的設計)

為避免插座上的電強弱不等影響實驗結果，我們使用調光器，每次要開始測量前都先進行『歸零』步驟，也就是在裝置上放置一個空燒杯，以調光器控制光線的強弱，使電表上的數值一定要顯示 2.5V。這點非常重要，因為後來我們發現每一天把電源接上後，電表上出現的數據其實時高時低，有了這個做法之後可以把這項變因控制住。



攪拌：

待測量的水倒入燒杯之後，並前後攪拌，原因是要使溶液混合均勻。請注意必須「前後」攪拌而不是「螺旋式」攪拌，因為螺旋式攪拌會造成顆粒集中在燒杯的中心，影響光源照射到太陽能光電池。



蓋蓋子：

『光電池法』是利用太陽能光電池對光線的反應來測量混濁度，我們使用一個大箱子把整個裝置蓋住，避免環境光線對數據造成影響。



讀數值：

攪拌後會使得數據一直不穩定，因此蓋上蓋子後，記錄 10~15 秒的數據，避免因時間經過太久，產生沈澱，影響結果。

電表上的電壓值即代表溶液的混濁度，討論結果混濁度單位我們稱它為 VTU(Volt Turbidity Units)。

由這個例子還可以看出 2 個重點，它除了說明操作步驟之外，也說明了「**為什麼要這麼做**」，例如【請注意必須「前後」攪拌而不是「螺旋式」攪拌，因為螺旋式攪拌會造成顆粒集中在燒杯的中心，影響光源照射到太陽能光電池。】以及「**該紀錄什麼數值**」。【電表上的電壓值即代表溶液的混濁度，討論結果混濁度單位我們稱它為 VTU(Volt Turbidity Units)】。前者，大可以只寫「攪拌」，但撰寫者不厭其煩地寫了「請注意……因為……」；後者，大可以只寫「紀錄電壓值」，但撰寫者很雞婆地多寫「電表上的電壓……」。

這就是因為「你要假想讀者完全不懂你做了哪些事，或者為什麼要這樣做、那樣做…而你要寫到人家都能看懂的地步」。

順帶一提，在「步驟」裡也要說明如果有例外情形發生的話，怎麼處置？

以全聯洗髮精廣告為例，認定比較稀的洗髮精會「率先抵達終點」，原本只需紀錄哪一邊的洗髮精先抵達終點即可，但是萬一過了廿四小時，兩邊都還沒抵達終點，怎麼辦？這種例外情形，也可在這個段落裡說明。

伍、結果

這裡要寫的是，根據前面的操作步驟、紀錄，得到什麼「結果」。請注意，只是「結果」。先讓大家體會結果與結論的不同。以全聯洗髮精為例：「結果」應該這麼寫「兩邊的洗髮精同時達終點」，「結論」才是「兩種洗髮精一樣濃」。也就是說，「結果」只陳述事實。

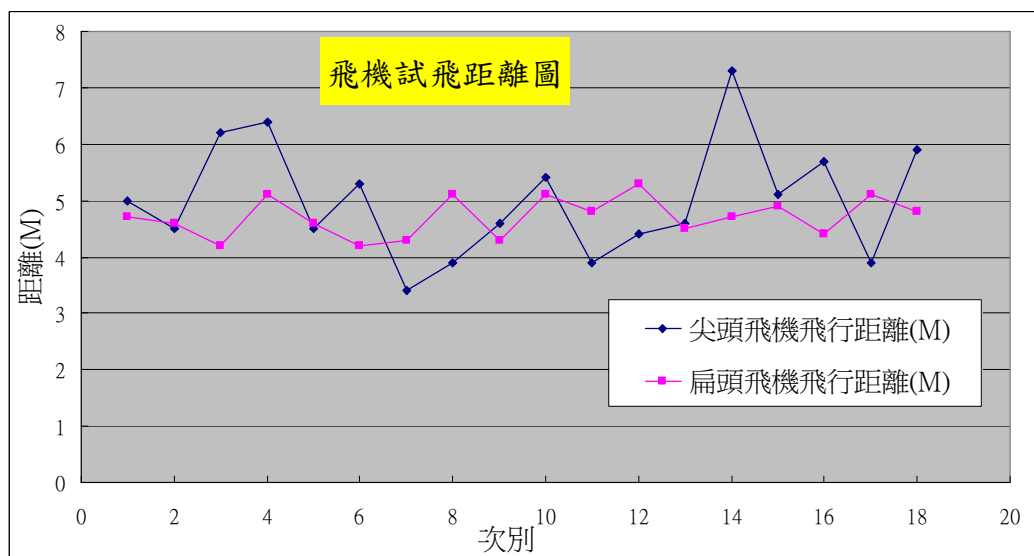
再舉一個例子，A 同學看到 B 同學從廁所走出來。A 只能說「我看到 B 從廁所走出來」，不能說「B 去廁所上大號」。這樣能了解嗎？

對一個實驗而言，在「結果」裡要呈現「處理過的結果」，而不是把數據全部放上去，其實就是要把數據以圖表呈現。

以「射飛機」為例，如果只呈現數據，會是這個樣子：

次別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
尖頭飛機飛行距離(M)	5	4.5	6.2	6.4	4.5	5.3	3.4	3.9	4.6	5.4	3.9	4.4	4.6	7.3	5.1	5.7	3.9	5.9
扁頭飛機飛行距離(M)	5	4.6	4.2	5.1	4.6	4.2	4.3	5.1	4.3	5.1	4.8	5.3	4.5	4.7	4.9	4.4	5.1	4.8

試問，根據這些數據，你能告訴我扁頭飛機飛得遠，還是尖飛機飛得遠嗎？我想應該很不容易吧。為什麼會這樣？因為數據沒有經「處理」。所謂「處理」就是用適當的圖表呈現。把這些數據以圖表的方式呈現，會變成以下的樣子：



我想，絕大多數的人能一眼就看出是哪種飛機飛得遠了吧！

甚至，你還能發現這個圖透露出很微妙的訊息喔，你發現了嗎？

同學們，現在你能了解「處理數據」的意思了嗎？

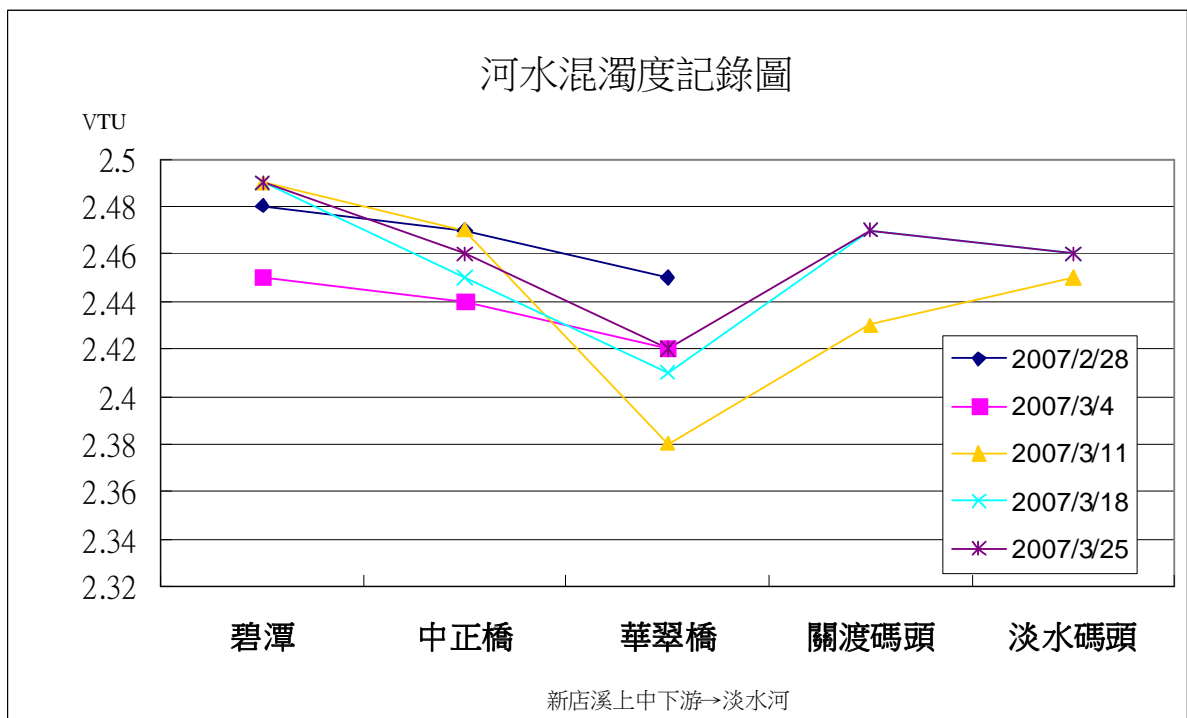
呈現圖表的時候還有一個重點務必注意。圖表的橫座標、縱座標各代表什麼意義及單位，一定要標示。像上圖中，橫座標是「次別」，縱座標是「距離(m)」。

陸、結論

「結論」是根據「處理的結果」而發現的事實。

例如，射飛機的例子裡，結論就是「尖頭飛機飛得遠」，以及那個「很微妙的訊息」。

再以「你有多混，我知道」為例，它的「結果」如下：



根據這個結果，可以得到的「結論」就是：

1. 華翠橋(新店溪下游)附近的河水最污濁，新店溪混濁度：下游>中游>上游。
2. 五次取樣比較各個不同地點的水質，以碧潭(新店溪上游)的河水最清澈。

你甚至可以把握一個原則：一張圖表，幾點結論；沒有圖表，沒有結論。

另外，在「材料」及「步驟」中曾經提到，要多使用照片輔助說明，這個原則在「結論」裡就變成：要多使用「圖表」來說明。當然，如果有需要的話，照片也是可以多加利用的。

現在大家都很容易可以使用數位相機拍照，實在應該多加利用。很多時候「一張圖，勝過千言萬語」。

柒、討論

這裡可以寫的是某些不適合放在前述段落的内容，例如：

1. 操作有困難地方或無法探討得更深入的地方。

風大造成計數瓶被吹回岸邊，非常困擾，因為越接近岸邊，魚的驚覺性越高，越不易咬飼料。很早以前我們還曾經用遙控船把計數瓶帶離岸邊，但只要馬達一停止，馬上被吹回岸邊，很洩氣。以碧潭大橋附近的那次實驗來說，做了幾次都失敗，最後因為風轉向，才能把計數瓶帶到比較遠離岸邊的地方，這也是為什麼只能得到一次數據的原因。我們在想，靠近河面中央與靠近岸邊的FD值一定會有不同，有待以後再驗證了。

【釣魚臺上假釣魚】

計數瓶底下掛的飼料離計數瓶大約是 10 公分，某些魚類或許一直生活在河川底部，也或許只有在夜晚才會到水面活動...這樣可能無法以計數瓶法數算得到。總之，我們一直覺得有好多好多變數無法被完全排除或考慮進去，這或許就是大自然可愛與神祕之處吧。

【釣魚臺上假釣魚】

2. 可以自我肯定的地方。

這種方法也許不如五萬元儀器測量的精準，但應該是比肉眼判斷來得客觀可靠一點。

【你有多混，我知道】

3. 以後可以延伸的實驗。

影響河水混濁度的因素有很多，人為方面有：家庭污水、工礦污水、畜牧廢水、垃圾及其滲出水...等等；天然方面有：地形、降雨、潮汐引起回流....等因素。我們的研究主要在自行開發出一個測量水質混濁度的工具與方法，同時利用此方法測量不同地區的溪水，至於造成新店溪及淡水河水質混濁度的因素，礙於研究時間並無進一步探討，但這部份是我們未來展望的，期望利用『光

電池法』來繼續研究探討影響溪水水質的因素。

【你有多混，我知道】

4. 多一些說明。

一直有人問我們「魚重覆咬，次數不是多算了嗎？」我們認為這種「效果」在任何水域裡都會發生，既然如此，就把它視為可以「抵消」的因素吧。有位同學說：「這就像我們算的數學題，小明 10 歲，弟弟 5 歲，請問十年後小明與弟弟相差幾歲？」。

【釣魚臺上假釣魚】

5. 自己的心得。

我們對利用簡單的物品，發揮一點創意，能得到數據了解水域生態的現況，感覺非常「酷」。

【釣魚臺上假釣魚】

捌、參考資料

你一定讀過許多資料，在「收集資料」裡，挑選與你的實驗「最有相關」的幾本書或幾篇文章即可。尤其要注意，如果實驗中有任何部份，參考或使用了別人發展出來的概念或做法，就一定要標示，以表示對原構想者的尊重，也避免讓自己背上「剽竊他人研究成果」的臭名。這是最基本的研究倫理。再看以下的例子，你還發現什麼了嗎？

林曜松、梁世雄編(1996)：**台灣野生動物資源調查：淡水魚資源調查手冊**。
農委會，台北市。

海洋生物博物館(2008)：**溪流魚類群聚的調查方法及原理**。2007年11月
15日，取自 <http://contest.ks.edu.tw/~river/know/know30.htm>

露天拍賣網站(2008)：**掌上型魚探機**。2008年1月11日，取自
[http://goods.ruten.com.tw/item/show?11071105239987genius945\(2006\)](http://goods.ruten.com.tw/item/show?11071105239987genius945(2006))

YAM 天空部落：**錦鯉小檔案**。2007年11月25日，取自
<http://blog.yam.com/genius945/article/4652329>

殷名稱編(1998)：**魚類生態學**。北產出版社，基隆市。

吳宇軒(2008年11月12日)：**碧潭出現和尚魚**。中華日報。

特別感謝安坑牛伯伯生態園區慷慨提供場地測試。

【釣魚臺上假釣魚】

同學們，假想自己穿越時空，與一位素未謀面的讀者對話，這位讀者可能遠在他鄉，或者是若干年後的一位小朋友，他熱切地想知道這個實驗中的所有細節，而你只能透過這樣一

本作品說明書與他分享你的實驗成果。抓住這樣的精神，也許你就能理解該怎麼寫了。

～全文完～

附錄：誤會大了

Case 1：某位同學上過「天龍八部」之後積極地思索該做什麼研究，他終於想到：下雨天去大賣場購時，要拿購物袋，又要穿雨衣，何不把兩者結合在一起？後來他就把購物袋縫在雨衣上。請問：你該如何跟這位同學解釋「誤會大了」？

Case 2：小華常忘記帶課本、作業，他發明多功能安全電子書包，在書包裝微磁鐵，如果沒放書本作業分隔磁鐵，警示燈亮起來，提醒要帶課本。請問，這個題目的問題在哪兒？該如何修改？

天龍八部整理

小學生撰寫科展作品說明書時，可以參考的原則。

	撰寫重點及注意事項	簡單說，就是寫…	外觀特徵
1. 動機	我為什麼要進行這項實驗？我感到有疑問、有興趣…之處	因為…所以…。既使文字裡看不出「因為…所以…」從語意裡也一定能找到	寫成一則小故事
1.1 查資料	【如果查資料就能找到答案，就不必進行實驗了】		
2. 目的	「具體」說明要研究的項目		條列式
3. 材料	使用到的工具及材料。對於特殊的工具及材料要特別說明。	物品清單	寫成「物品清單」。附圖或照片更棒。
4. 步驟	實驗進行的步驟	操作說明書 1. 先 XXXX 2. 然後 XXXX 3. 接著 XXXX 4. 再 XXXX 5. 觀察 XXXX 6. 如果 XXX，就 XXX	有很明顯的「先後順序」，也可附圖、照片。
5. 結果	紀錄的數據及根據數據繪製的圖表	圖表比數據佳	有表格，有數據，有圖表及簡單說明。有照片更棒。
6. 結論	根據「結果」所歸納出來的新知識或答案。要寫成最完整，也最精簡的一句話。	根據實驗 A~U，我們知道 XXXX	很簡單的一句話或幾句話。可以提出圖片或照片佐證更好。
7. 討論	請參考補充教材		
8. 參考資料	請參考補充教材		